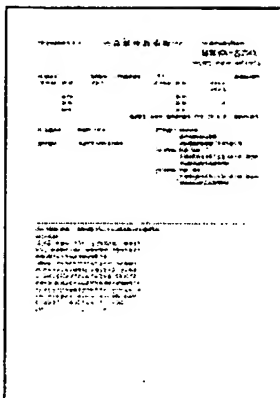


[Print-Friendly](#)**Title:**

LIGHT-WEIGHT CALCIUM SILICATE FORMED BODY AND ITS PRODUCTION

**Abstract:**

**PURPOSE:** To improve the resistance to freezing damage to a formed body by forming the formed body having a specified bulk density, predicted closed cell rate, interlayer strength and average linear surface roughness.

**CONSTITUTION:** A material contg. 15-40wt.% portland cement, 10-20% slaked lime, 10-35% diatomaceous earth and 15- 55% high-strength closed hollow balloons such as a fly ash balloon having high contents of active silica and aluminum, having a pozzolana action and having  $\leq 200\mu\text{m}$  diameter is used as the main raw material, and the CaO-to-SiO<sub>2</sub> molar ratio is controlled to 0.45-0.80. To the main raw material 5-7% pulp slurry, a reinforcing fiber such as carbon fiber and a thickener such as methylcellulose are added to form a slurry, and the slurry is dehydrated and press-formed. The formed body is allowed to stand for  $\geq 24\text{hr}$ , then cured and subjected to a hydrothermal synthesis to obtain a lightweight calcium silicate formed body having 0.4-0.9 bulk density,  $\geq 15\%$  predicted closed cell rate shown by the expression (porosity = 1-bulk density/true sp.gr.),  $\geq 5\text{kgf/cm}^2$  interlayer strength and  $\leq 10\mu\text{m}$  average linear surface roughness according to JIS B0601.

**Assignee:**

CHICHIBU ONODA CEMENT CORP

**Inventor:**ABE NOBUHIKO  
MONZEN HIROBUMI**Publication Date:** 1996-08-27**Application Date:** 1995-02-13**Cites:** 0**Cited By:** 3**Intl Class:** C04B03800; C04B01438; C04B01444; C04B01606; C04B02818; C04B03808; C04B04002**Core:** C04B02800 [2006-01]; C04B02000 [2006-01]**Adv:** C04B02818 [2006-01]; C04B02000 [2006-01]**US Class:****Field of Search:**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-217561

(43)公開日 平成8年(1996)8月27日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 4 B 38/00	3 0 1		C 0 4 B 38/00	3 0 1 C 3 0 1 D
28/18			28/18	
38/08			38/08	B
40/02			40/02	

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-47751

(22)出願日 平成7年(1995)2月13日

(71)出願人 000000240

秩父小野田株式会社

東京都港区西新橋二丁目14番1号

(72)発明者 阿部 信彦

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 秩父小

野田株式会社中央研究所内

(72)発明者 門前 博文

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 秩父小

野田株式会社中央研究所内

(54)【発明の名称】 軽量珪酸カルシウム成形体及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 軽量で、マトリックス強度が強く、吸水率も小さく、耐凍害性に優れ、表面平滑性、不燃性も備えた軽量珪酸カルシウム成形体を提供する。

【構成】 ポルトランドセメントを15~40重量%、消石灰を10~20重量%、珪藻土を10~35重量%、活性シリカ及びアルミニウムを多量に含むボゾラン作用を持つ粒径200 $\mu$ m以下の高強度中空鎖型バルーンを15~55重量%を主原料とし、かつCaO/SiO<sub>2</sub>のモル比を0.45~0.80に調製した原料を、湿式混合し、得られた原料スラリーを成形し、この成形体をオートクレーブにおいて水熱合成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 かさ比重が0.4～0.9、次の式\*

\* (1) に示す予測独立気泡率が15%以上、

【数1】

$$\text{予測独立気泡率(\%)} = 100 - \frac{\text{かさ比重} \times \text{吸水率}}{\text{空隙割合}} \quad (1)$$

ただし、空隙割合 = 1 - かさ比重 / 真比重

層間強度が5 kgf/cm<sup>2</sup> 以上で、なおかつJIS規格B0601による平均線表面粗さが10 μm以下であることを特徴とする軽量珪酸カルシウム成形体。

【請求項2】 ボルトランドセメントを15～40重量%、消石灰を10～20重量%、珪藻土を10～35重量%、活性シリカ及びアルミニウムを多量に含みボゾラン作用を持つ粒径200 μm以下の高強度中空閉鎖型バルーンを15～55重量%を主原料とし、かつCaO/SiO<sub>2</sub> のモル比を0.45～0.80に調製した原料を、湿式混合し、得られた原料スラリーを成形し、この成形体をオートクレーブにおいて水熱合成することと特徴とする軽量珪酸カルシウム成形体の製造方法。

【請求項3】 原料にバルブを5～7重量%添加することを特徴とする請求項2に記載の軽量珪酸カルシウム成形体の製造方法。

【請求項4】 原料に補強繊維として、耐アルカリガラス繊維、カーボン繊維等の無機繊維及びポリプロピレン繊維、アクリル繊維等の耐アルカリ性を有する有機繊維を少なくとも1種類添加することを特徴とする請求項1または2に記載の軽量珪酸カルシウム成形体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はセメント、消石灰等を原料として得られる軽量珪酸カルシウム成形体及びその製造方法に係り、軽量で、不燃性、耐凍害性、さらには表面平滑性、加工性に優れ、建築用内外装材等の用途に幅広く使用可能なものに関する。

【0002】

【従来の技術】 セメント等を原料とする珪酸カルシウム成形体は、従来より広く建築用材料として使用されている。この種の成形体には、軽量性、加工性、表面平滑性、耐火性、不燃性、耐久性、耐凍害性、耐水性等が求められる。すなわち、建築物の高層化に対応して軽量化が要求され、さらに、防耐火性能も同時に要求され、また、建築デザインの多様化から、加工性や塗装のための表面平滑性が優れていることも近年求められつつあり、そして、外装材の場合、風雨や紫外線に耐えることや、耐水性、耐凍害性等の性能も必要とされる。

【0003】 とくに、耐凍害性については、素材の強度と、素材の吸水性あるいは耐水性と、素材中の自由水凍結時の体積膨張による内部発生応力を緩和する力との関係が深い。これは建材中の自由水の凍結時における体積

膨張と融解時における収縮の繰り返しによる微細亀裂の拡大が、材料の崩壊につながるからである。

10 【0004】 このため、耐凍害性を得るために、材料自身が吸水しないように、材料表面に耐水加工を施したり、材料内の気泡を制御して、材料内の亀裂伝播を抑止する等の対策が講じられてきた。しかしながら、軽量化と耐凍害性さらには加工性、表面平滑性、不燃性等の全てを満足するものは非常に少ない。

【0005】 この種の珪酸カルシウム成形体は、原料として、通常ボルトランドセメントのような水硬性セメントに、珪石等の珪酸質源、及び必要に応じて軽量骨材、補強繊維等を加えている。しかし、軽量骨材に関しては、次のような問題がある。従来より使用されているパーライトやシラスバルーン等の無機軽量骨材の多くは、機械的強度が弱く、混合中や成形中にその多くが粉碎されてしまい、その効果を発揮することが難しい。さらには、これらの軽量骨材のなかには中空閉鎖型でないものも多く、吸水率の高いものが多いため、これら軽量骨材の使用量の増加とともに、成形体の吸水率は増してしまい、また、材料のマトリックス強度も小さくなることから、耐凍害性の面で劣ってしまっていた。

【0006】 一方、発泡スチレン等を始めとする有機系軽量骨材は、かさ比重が極端に低いため、原料スラリー中に浮遊してしまい、均一混合が難しい。また、材料のマトリックス強度も、有機軽量骨材の使用量の増加とともに小さくなり、さらには、耐熱性が低いため、高温養生が難しく、そのため、寸法変化量が大きく、生産サイクル時間も長く、耐熱性、不燃性の問題も残ってしまっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上述したように、従来の珪酸カルシウム成形体は、様々な問題を抱えていた。本発明は、上述したような問題を解決するもので、軽量でありながら、マトリックス強度が強く、また吸水率も小さく、耐凍害性に優れ、さらに、表面平滑性、不燃性も備えた軽量珪酸カルシウム成形体を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 珪酸カルシウム成形体において、凍害を引き起こす材料面よりの要因は、前述の通り、マトリックス強度と、吸水性あるいは耐水性と、自由水凍結時の体積膨張による内部発生応力を緩和する力にある。すなわち、材料中に内部応力を発生させる源

である自由水量を少なくし、また、自由水が膨張した時の圧力を緩和させる独立気泡量を多くさせ、さらにマトリックス強度をあげるにより、材料自身の耐凍害性を向上させることが可能である。また、建築用材料には、当然ある程度の硬さが求められ、塗装等の表面処理を考慮した場合には、表面の平滑性等も要求される。 \*

\*【0009】本発明の軽量珪酸カルシウム成形体は、かさ比重が0.4~0.9、次の式(1)に示す予測独立気泡率が15%以上、

【0010】

【数2】

$$\text{予測独立気泡率(\%)} = 100 - \frac{\text{かさ比重} \times \text{吸水率}}{\text{空隙割合}} \quad (1)$$

ただし、空隙割合 = 1 - かさ比重 / 真比重

【0011】層間強度が5kgf/cm<sup>2</sup>以上で、なおかつJIS規格B0601による平均線表面粗さが10μm以下である。(請求項1)

【0012】このため、この珪酸カルシウム成形体は、建築材料として軽量化、加工し易さ、耐火性、不燃性、耐久性、耐凍害性、耐水性等において非常に優れた材料といえる。すなわち、かさ比重が0.4より小さいと、マトリックス強度が不足するため、耐凍害性が劣り、かさ比重が0.9より大きいと、マトリックスが硬くなって加工性が悪くなり、また、軽量化の面でも劣る。また、層間強度が5kgf/cm<sup>2</sup>より小さいと、マトリックス強度が不足し、やはり耐凍害性が劣る。そして、予測独立気泡率が15%より小さいと、吸水率が高くなるとともに、自由水凍結時の膨張圧を緩和させる力が不足するので、同じ様に耐凍害性が劣る。 ※

※【0013】ここで、上記の式(1)で示される予測独立気泡率とは、次に示す式(2)から導かれたもので、式(2)は、JIS規格A5403の石綿スレート中の吸水率試験による吸水率から材料中の水が侵入した空隙の割合を求め、この浸水空隙割合を材料中の空隙割合から引いて、水が侵入しない空隙の割合を求め、この非浸水空隙割合を全体の空隙割合で除したものを、予測独立気泡率として求めるものである。したがって、この予測独立気泡率は、凍結融解抵抗の大事なファクターである自由水量と自由水凍結時の膨張圧を緩和する力とを同時に示す指標となるものである。なお、上記の式(1)では、水の比重を1としてある。

【0014】

【数3】

$$\text{予測独立気泡率(\%)} = \frac{\text{空隙割合} - \text{かさ比重} \times \frac{\text{吸水率}}{100} \div \text{水の比重}}{\text{空隙割合}} \times 100 \quad (2)$$

ただし、空隙割合 = 1 - かさ比重 / 真比重

【0015】さらに、平均線表面粗さが10μmより大きい場合、表面の平滑性に劣り、見た目が悪く、塗料塗布に悪影響が出る。

【0016】上述した本発明の軽量珪酸カルシウム成形体は、次の様な製造方法により作成することができる。すなわち、ポルトランドセメントを15~40重量%、消石灰を10~20重量%、珪藻土を10~35重量%、活性シリカ及びアルミニウムを多量に含みボゾラン作用を持つ粒径が200μm以下の高強度中空閉鎖型バルーンを15~55重量%を主原料とし、さらにCaO/SiO<sub>2</sub>のモル比を0.45~0.80に調製した原料を、湿式混合し、得られた原料スラリーを成形、この成形体をオートクレーブにおいて水熱合成することで、得られる。(請求項2)

また、上述した製造方法において、原料にパルプを5~7重量%添加すること(請求項3)、原料に珪アルカリ性の補強繊維を添加すること(請求項4)ができる。

【0017】上述した製造方法において、パルプ、補強

繊維等を除く原料のCaO/SiO<sub>2</sub>のモル比は0.45~0.80が望ましい。この範囲を外れると、マトリックス強度が低下するため、耐凍害性、曲げ強度、層間強度は低下する。

【0018】本発明の軽量珪酸カルシウム成形体の製造方法においては、珪酸質源として、珪藻土と、高強度中空閉鎖型バルーンとを主として用いる。このうち高強度中空閉鎖型バルーンには、活性シリカ及びアルミニウムを多量に含んでいてボゾラン作用を持つものを使用する。たとえば、化学成分において、SiO<sub>2</sub>を50%以上、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を30%以上含むものをを用いる。すると、水熱合成中にそれらが溶出し、成形体中に生成されるトバモライトを容易に安定化させる。また、このバルーンには、成形体中に独立した気泡(連続気泡ではない)を形成させる作用を求めているため、水熱合成中の初期に全てが溶出してしまうものは適当でなく、さらに混合や成形時の圧力に十分耐える強度を持ったものであることが必要である。

【0019】この高強度中空閉鎖型バルーンの使用には耐凍害性を向上させる目的がある。凍害を起こす要因には前述の通り、とくに自由水の増大（吸水率の増大）、マトリックス強度の不足、さらには自由水凍結時の膨張圧を緩衝させるための独立した気泡量の不足等が材料面より上げられる。このバルーンを用いることにより前述の問題は改善できる。バルーン自身は中空閉鎖型のため吸水率は下がり、また独立した気泡量は増え、またボゾラン反応により安定なトバモライトが生成されるため、マトリックス強度は増大する。このため、対凍害性には非常に貢献できる。また、この時生成されるトバモライト（ $Si \rightarrow Al$ 置換量が多い）は、結晶が大きく、材料自身の比表面積を小さくする働きもこのバルーンには期待できる。このため、吸水時の寸法変化量も良好な結果を示す。

【0020】ここで用いる高強度中空閉鎖型バルーンとしては、活性シリカ及びアルミニウムを多量に含んでボゾラン反応を持つことが必要であるが、これを満足するものとしては、フライアッシュバルーンがある。なかでも、セラミック質のフライアッシュバルーン、たとえば、秩父小野田（株）の商品名「マイクロセルズ」は、とくに高強度で、 $Al_2O_3$ の含有量も高いため、非常に望ましい。

【0021】この「マイクロセルズ」は、オーストラリア産フライアッシュバルーンで、灰分が約30%以上の石炭を燃料とする石炭火力発電所で発生するフライアッシュから分離されるもので、化学成分は、 $SiO_2$ が60%弱、 $Al_2O_3$ が38%強で、この他に、 $Fe_2O_3$ が0.4%程度、 $CaO$ が0.2%程度、 $TI O_2$ が1%程度で、相組成はムライトが約55%、ガラスが約45%で、セラミック質といえることができる。なお、これとは別に、イギリス、アメリカ、中国等のフライアッシュバルーンもあり、これも使用することができるが、上述したオーストラリア産の「マイクロセルズ」とは、化学成分が異なり、強度も低い。たとえば、イギリス産のフライアッシュバルーンは、化学成分は、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ の他に、 $Fe_2O_3$ が比較的が多く、 $Na_2O$ や $K_2O$ も含まれており、強度も小さい。

【0022】この高強度中空閉鎖型バルーンの使用量は、パルプ、補強繊維等を除く原料の15~55重量%が望ましい。15重量%以下では独立気泡量が少なく（予測独立気泡率が15%以下になってしまう）、耐凍害性が不十分である。また、55重量%以上では組成上、原料の $CaO/SiO_2$ のモル比0.45以上の確保が難しい。

【0023】珪藻土の使用は次の作用を目的とする。上述した高強度中空閉鎖型バルーンは、ガラス質の物が多く、水熱合成時の $Si$ 溶出速度が遅い。さらに、 $Al_2O_3$ の存在により、 $SiO_2$ 含有量が比較的になくなっていることから、珪酸質をバルーンだけに頼ると、珪

酸質が絶対的に不足してしまう。この不足分を珪藻土からの $Si$ 溶出量で補い、遊離石灰を残存させずに水熱合成を行わせることによって、基材の緻密度を向上させることができる。つまり最終製品における仕上げの平滑度を向上させることができる。

【0024】また、珪藻土は吸水性を有するため、原料スラリーの成形時に成形体の保形性を向上させることができる。この珪藻土の使用配合量は、パルプ、補強繊維等を除く原料の10~35重量%が望ましい。35重量%より多い使用量では、過剰の珪酸カルシウム鉱物（トバモライト）を生成させてしまうことにより、最終製品が硬くなり、加工性が劣化し、曲げ強度も低下する。逆に10重量%未満の場合は、成形時の圧力が極端に大きくなり、保形性の確保も難しい。

【0025】なお、本発明の製造方法においては、珪酸質源として、珪藻土と、強度中空閉鎖型バルーンとを主として用いるが、製品に影響のない範囲で、他の珪酸質源、たとえば、フライアッシュ、珪砂、珪石等を併用することができる。

【0026】本発明の製造方法では、カルシウム源として、ポルトランドセメント、消石灰を主として使用する。

【0027】ポルトランドセメントの使用目的はつぎのとおりである。本発明の製造方法においては、原料スラリーの成形後、24時間以上室内において成形体を放置した後、オートクレーブにおいて水熱合成することが望ましい。成形後直ぐに成形体を水熱合成すると、成形体が膨張してしまい、成形層の間でクラック等が発生し、最終製品の緻密さを失ってしまう。このため、成形後、24時間以上室内において放置することにより、ある程度合成を行い、成形体の強度を上げておく必要がある。この合成を行うためポルトランドセメントが必要である。

【0028】このことから、セメントの使用配合量は、パルプ、補強繊維等を除く原料の15~40重量%が望ましい。15重量%未満ではオートクレーブにおける成形体の強度が不十分であり、40重量%より多いと組成上、 $CaO/SiO_2$ のモル比0.80以下の確保が難しい。

【0029】消石灰の作用は、ポルトランドセメントよりのカルシウム源の不足を補い、ボゾラン反応を促進させるものである。使用量としては、パルプ、補強繊維等を除く原料の10~20重量%が望ましい。10重量%未満ではカルシウム源が不足し、 $CaO/SiO_2$ のモル比0.45以下の確保が難しく、またオートクレーブ養生前の生板の強度発現性や製品の緻密さも劣化する。また、20重量%より多いとセメントの使用量が減り、生板の強度が小さい。

【0030】なお、本発明の製造方法においては、カルシウム源として、ポルトランドセメント、消石灰を主と

して用いるが、製品に影響のない範囲で、他のカルシウム資源、たとえば、スラグ等を併用することができる。

【0031】また、原料に配合する補強繊維としては、アルカリに耐強いものであれば、いかなる繊維も使用することができる。例えば、耐アルカリガラス繊維、カーボン繊維、ロックウール繊維等の無機繊維、アクリル繊維、ポリプロピレン繊維等の有機繊維が使用できる。また、パルプは原料の湿式混合中におけるパルーンの浮遊防止に寄与するので、使用が望ましく、このパルプの使用量は5%から7%が望ましい。5%未満では加工性が悪化し、7%より多いと不燃性が低下する。

【0032】また、この種の珪酸カルシウム成形体製造の常法にしたがって、各種の混和材料、添加剤、たとえば、増粘剤、消泡剤等を配合することができる。たとえば、増粘剤は、原料スラリーの材料分離を防ぐ目的で広く用いられているが、この増粘剤には一般的なものが使用でき、たとえば、メチルセルロース、ポリエチレンオキサイト、ヒドロキシエチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、ポリアクリル酸ナトリウム等があげられる。

【0033】上述したような原料から原料スラリーを作成し、さらに必要に応じて、パルプや補強繊維を加えた上で、原料スラリーを成形し、成形体をオートクレーブにより養生することにより軽量珪酸カルシウム成形体を得ることができる。なお、上述した方法により製造した軽量珪酸カルシウム成形体は、原料にアルミニウムニウムを含有しているため、安定鉱物であるトバモライトをマトリックスとする。

【0034】本発明の軽量珪酸カルシウム成形体は従来の珪酸カルシウム成形体（例えば特開平4-305041号に示されている珪酸カルシウム板）と比較し、軽量でありながら耐凍害性に優れ、曲げ強度などの強度面も同等以上であり、加工性（例えば切削加工、釘打ち、ネジ打ち）にも優れている。

【0035】

【実施例】次に実施例を挙げてさらに詳細な説明を述べるが、本発明は以下に示す実施例に何ら制約を受けるものではない。まず、パルプ固形濃度3%のスラリーをパルパーにおいて作成する。このスラリーに、表1に示す実施例1~7の配合割合及び表2に示す比較例1~8の配合割合となるように、ポルトランドセメント、消石灰、珪藻土、珪石、高強度中空鎖型パルーン（マイクロセルズ）、バーライトを加えて、ミキサーで混合した後、この原料スラリーを自由粉碎機に通し、さらに、オムニミキサーにおいてこの原料スラリーにガラス繊維を混合する。

【0036】そして、この原料スラリーに対し、その固形分に対して0.4重量部のメチルセルロースを添加し、所定のプレス圧力で脱水プレス成形し、成形体を120時間室内に放置した後、成形体をオートクレーブにより養生（180℃、10気圧、12時間）し、この後、105℃で24時間乾燥し、板状の珪酸カルシウム成形体を得た。

【0037】

【表1】

表1

実施例	単位	1	2	3	4	5	6	7
CaO/SiO <sub>2</sub>		0.78	0.78	0.70	0.50	0.50	0.50	0.70
珪藻土	重量%	34	25	24	24	34	11	11
消石灰	"	19	17	16	13	13	13	16
ポルトランドセメント	"	28	30	27	21	22	21	26
珪石	"	—	—	—	—	—	—	—
マイクロセルズ	"	17	28	33	43	31	54	48
バーライト	"	—	—	—	—	—	—	—
耐アルカリガラス繊維	"	5	5	5	5	5	5	5
バブル	"	7	7	7	7	7	7	7
生板	プレス圧力	kgf/cm <sup>2</sup>	34	18	14	24	21	33
	表面ゴム硬度	kgf	—	—	47	47	53	36
製品	かさ比重	kgf/cm <sup>2</sup>	0.83	0.76	0.69	0.68	0.69	0.68
	曲げ強度	kgf/cm <sup>2</sup>	125	81	72	73	71	76
	層間強度	kgf/cm <sup>2</sup>	10.0	7.3	6.8	7.0	5.6	5.5
	予液独立気泡率	%	15.0	20.6	25.5	29.5	25.0	39.3
	表面ゴム硬度	kgf	75	65	65	50	58	45
	吸水時寸法安定性	%	0.12	0.13	0.19	0.16	0.18	0.13
	釘打ち試験		可	良	優	優	良	優
	平均線表面粗さ	μm	4.5	4.5	9.5	10.0	5.0	10.0
	凍結融解試験	サイクル	200	130	100	140	90	120
			問題なし	端部亀裂	端部亀裂	端部亀裂	端部亀裂	端部亀裂

注：ガラス繊維及びバブルは外割りに添加（％）、—は未添加もしくは未試験

【0038】

\* \* 【表2】

表2

比較例	単位	1	2	3	4	5	6
CaO/SiO <sub>2</sub>		0.77	0.50	0.90	0.90	0.80	0.78
珪藻土	重量%	48	0	24	45	26	14
消石灰	"	18	11	19	20	48	40
ポルトランドセメント	"	30	20	32	34	0	0
珪石	"	—	—	—	—	26	—
マイクロセルズ	"	0	68	25	0	0	46
バーライト	"	7	—	—	—	—	—
耐アルカリガラス繊維	"	5	5	5	5	5	5
バブル	"	7	7	7	7	7	7
生板	プレス圧力	kgf/cm <sup>2</sup>	20	40	8	7	7
	表面ゴム硬度	kgf	—	36	53	64	73
製品	かさ比重	kgf/cm <sup>2</sup>	0.84	0.66	0.70	0.78	0.55
	曲げ強度	kgf/cm <sup>2</sup>	99	80	55	106	80
	層間強度	kgf/cm <sup>2</sup>	2.4	4.6	3.5	8.0	4.0
	予液独立気泡率	%	4.0	36.7	20.8	3.0	1.0
	表面ゴム硬度	kgf	75	35	60	73	45
	吸水時寸法安定性	%	0.15	0.12	0.17	0.28	0.35
	釘打ち試験		不良	優	良	不可	可
	平均線表面粗さ	μm	8.0	23.0	11.0	6.8	2.1
	凍結融解試験	サイクル	15	150	40	5	4
			側面亀裂	端部亀裂	端部亀裂	側面亀裂	側面亀裂

注：ガラス繊維及びバブルは外割りに添加（％）、—は未添加もしくは未試験

比較例6は、平均線表面粗さ：凹凸が大きすぎて測定不能、凍結融解試験：1サイクルで強度低下

【0039】なお、ここで用いた原料は次の通りである。

ポルトランドセメント 秩父小野田（株） 普通ポルトランドセメント

消石灰	古手川産業(株)	
高強度中空閉鎖型バルーン	秩父小野田(株)	マイクロセルズ(SLG)
パーライト	フヨーライト(株)	FL1号
珪藻土	白山工業(株)	ラジオライトSPF
珪石	瀬戸窯業(株)	トヤネ珪石(63μm以下)
メチルセルロース	信越化学工業(株)	ハイメトローズ
耐アルカリガラス繊維	日本電気硝子(株)	繊維長13mm, 11μ
バルブ	カナダ産	LBKP

【0040】そして、製品及びオートクレープ前の生板 \*レート 吸水による長さ変化率試験  
 に対し、次のような試験及び評価を行った。結果を表1 10 (2) 釘打ち試験：板の小口より1cmの部分に2cm  
 及び表2に示す。 おきに直径2.3mm、長さ50mmを7本打ち、板の

(1) 吸水時寸法安定性：JIS A5403 石綿ス\* 状態を次の様に評価した

評価	評価基準
優	1本の釘も曲がらず、板も割れることがない。
良	1本の釘も曲がらず、1~3カ所板が割れる。
可	釘は多少曲がり、板も1~3カ所板が割れる。
不可	釘は硬くて打てない。もしくは4カ所以上板が割れる。

(3) 平均線表面粗さ：ルーターにより表面を平滑に削 ※(4) 凍結融解試験：JIS A1435 建築用外装  
 ったあとの面を、JISB0601 表面粗さ規格より 材料の耐凍結融解試験方法。評価は外観観察とした。  
 求める。 ※20

(5) 表面ゴム硬度(生板)：JIS 6301 加硫ゴム物理試験

(6) " (製品)：ASTM D2240 TEST METHOD FOR RUBBER

PROPERTY DUROMETER HARDNESS

【0041】実施例1から3については、主にかさ比重 ★入れると、次の式(3)のように予測独立気泡率を算出  
 における差異を示したものである。かさ比重が高いものは、マトリックス強度(曲げ強度、層間強度)が高く、  
 吸水率が低くなることから、多少、予測独立気泡率が低 できる。  
 くても、耐凍害性は高い。また、かさ比重が低くなるに かさ比重=0.69g/cm³  
 つれ、耐凍害性は劣化してくる。しかし、かさ比重が大 真比重=2.5g/cm³ (ピクノメーター)  
 きいものは、釘打ち試験においては、材料が硬くなるた 吸水率=78.2% (JIS 5403 吸水率試  
 め劣る。なお、ここで、予測独立気泡率の算出を実施例 験)  
 3を例に具体的に説明する。上記の式(1)に次の値を★ 【0042】  
 【数4】

$$\text{予測独立気泡率(\%)} = 100 - \frac{0.69 \times 78.2}{1 - 0.69/2.5} = 25.47 \quad (3)$$

【0043】また、実施例3から7、及び比較例1から 4については、原料のCaO/SiO₂モル比、及び原料  
 中に占める珪藻土の量を比較したものである。CaO /SiO₂モル比が高くなり過ぎると、同程度のかさ比  
 重で比較した場合、曲げ強度も低下することがわかる。 40  
 さらに、珪藻土の使用量の高いものは、釘打ち試験、耐  
 凍害性、吸水時寸法安定性が劣化することがわかる。ま  
 た、逆にCaO/SiO₂モル比が低く、珪藻土の使用  
 量が低いものは、緻密さに欠け、平均線表面粗さが大き  
 くなり、表面平滑性が劣ることがわかる。

【0044】比較例5、6はボルトランドセメントを全  
 く使用しなかった場合の例である。これは上述した実施  
 例及び他の比較例と製法がやや異なり、消石灰と珪藻土  
 の一部または全部に適量の水を加え、加熱してゲル化さ  
 せ、そのゲルスラリーの中に、珪石や残りの珪藻土また  
 はマイクロセルズ、さらにバルブ、補強繊維を加え、混 50

合の後、成形し、オートクレープにより合成(180  
 °C、10気圧、3時間)し、乾燥して得られるものであ  
 る。現在市場にでているトバモライト系の人造木材は大  
 まかこの様な方法で作製される。

【0045】比較例5は、予測独立気泡率が殆ど0に近  
 いため、耐凍害性が殆どないことがわかる。比較例6は  
 独立気泡率が高いため耐凍害性は優れることが予想され  
 るが、ボゾラン反応があまり起こらないため、緻密さに  
 かけ、表面平滑性が劣ることがわかる。また、合成前  
 の生板強度が弱いため、水熱合成中に膨張し緻密さにもか  
 ける。このため、凍結融解試験において、最初の吸水で強  
 度が大幅に低下し、試験不能となった。

【0046】

【発明の効果】本発明の軽量珪酸カルシウム成形体は、  
 建築用内外装材等に用いるのに適した特性、すなわち、  
 軽量でありながら、不燃性、耐凍害性、表面平滑性に優



れた材料である。

---

フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

//(C 0 4 B 28/18

14:44

14:38

16:06)